

DERWENT- 1990-015776
ACC-NO:

DERWENT- 199003
WEEK:

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Appts. for epitaxial pptn. of semiconductor material - from gas phase
under reduced pressure onto plates arranged with their free surfaces
parallel to allow radiation to be reflected

INVENTOR: PRADETTO, M

PATENT-ASSIGNEE: PRADETTO M[PRADI]

PRIORITY-DATA: 1988DE-3827506 (August 12, 1988)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 3827506 C	January 11, 1990	N/A	005	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 3827506C	N/A	1988DE-3827506	August 12, 1988

INT-CL (IPC): H01L021/20

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3827506C

BASIC-ABSTRACT:

An arrangement for epitaxially pptg. semiconductor material onto plates, from the gas phase, include a container which can be subjected to reduced pressure, a holder for the

plates, a gas inlet and outlet, and an induction heating spool for heating the holder and the plates inside the container. The plates are arranged so that their free surfaces are essentially parallel, so that radiation can be reflected from one plate to the next. The holder pref. consists of graphite with a silicon carbide coating.

ADVANTAGE - The plates can be heated without creating mechanical and thermal stresses.

CHOSEN- Dwg.0/2
DRAWING:

TITLE- APPARATUS EPITAXIAL PRECIPITATION SEMICONDUCTOR
TERMS: MATERIAL GAS PHASE REDUCE PRESSURE PLATE ARRANGE
FREE SURFACE PARALLEL ALLOW RADIATE REFLECT

DERWENT-CLASS: L03 U11

CPI-CODES: L04-C01A; L04-D01;

EPI-CODES: U11-C01B; U11-C09B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1990-006782

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1990-012116



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 27 506.6-33
22 Anmeldetag: 12. 8. 88
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 1. 90

Patentinhaber

DE 3827506 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Pradetto, Marino, 8011 Baldham, DE

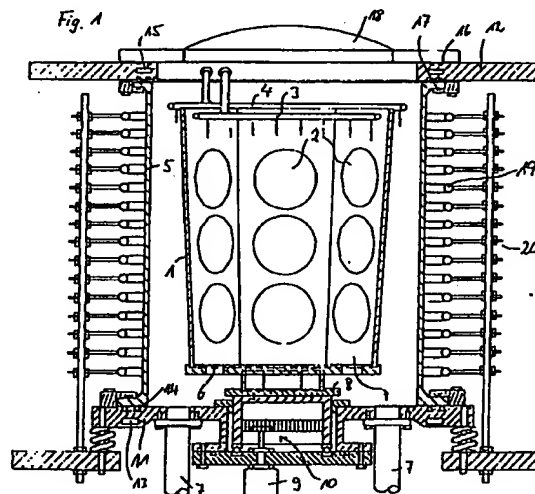
74 Vertreter:
Henkel, G., Dr.phil.; Feiler, L., Dr.rer.nat.; Hänzle, W.,
Dipl.-Ing.; Kottmann, D., Dipl.-Ing, Pat.-Anwälte,
8000 München

72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 35 25 870
Solid State Technology, May 1986, pp 160, 162;

54 Vorrichtung und Verfahren zum epitaktischen Abscheiden von insbesondere Halbleitermaterial auf
Siliziumscheiben aus der Gasphase

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren
zum epitaktischen Abscheiden von Halbleitermaterial auf
Halbleiterscheiben (2). Die Halbleiterscheiben (2) sind im
Innenraum eines Suszeptors (1) so angeordnet, daß die
Oberfläche jeweils einer Halbleiterscheibe zur Oberfläche
einer anderen Halbleiterscheibe parallel liegt.



DE 3827506 C1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum epitaktischen Abscheiden von insbesondere Halbleitermaterial auf Siliziumscheiben aus der Gasphase nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 10.

Vorrichtungen zum epitaktischen Abscheiden von Halbleitermaterial auf Halbleiterscheiben, welche auch als Epitaxie-Reaktoren bezeichnet werden, sind seit Jahren in den verschiedensten Ausführungen bekanntgeworden (vgl. "Solid-State Technology", Mai 1986, Seiten 160, 162): So sind beispielsweise bei einem ersten bekannten Epitaxie-Reaktor (a.a.O. Seite 160), die Halbleiterscheiben auf der äußeren Mantelfläche eines einen mehreckförmigen Querschnitt aufweisenden Suszeptors gelagert, der drehbar im Innenraum einer Glocke angebracht ist. Die Glocke ist ihrerseits von einer Induktionsheizspule umgeben und wird von oben nach unten mit Gas durchströmt, das beispielsweise Wasserstoff, Siliziumtetrachlorid, Dichlorsilan und ggf. ein Dotiergas enthält.

Die Drehung des Suszeptors erfolgt, um die Halbleiterscheiben möglichst gleichmäßig sowohl dem Gas als auch der Wärmestrahlung auszusetzen, so daß die epitaktischen Schichten auf den Halbleiterscheiben möglichst spannungsfrei und ohne Defekte aufwachsen.

Bei anderen bekannten Epitaxie-Reaktoren (a.a.O. Seite 162) werden die Außenflächen der inneren Quarzglocke mit einer dünnen Reflexionsschicht aus beispielsweise aufgedampften Gold beschichtet, so daß die von den Halbleiterscheiben abgestrahlte Infrarotstrahlung wieder zurück auf die Scheiben geworfen wird. Bei derart gestalteten Epitaxie-Reaktoren muß aber dafür gesorgt werden, daß die Innenfläche der Glocke wesentlich kühler wird als die auf dem Suszeptor gelagerten Scheiben. Wird nämlich die Innenfläche der Glocke annähernd so warm wie die Halbleiterscheiben, so kann sich auch Halbleitermaterial auf dieser Innenfläche niederschlagen, was die Funktionsfähigkeit des Epitaxie-Reaktors erheblich beeinträchtigt.

Bei einem anderen bekannten Epitaxie-Reaktor-Typ (a.a.O. Seiten 160 und 162) ist der Suszeptor tellerförmig gestaltet und ebenfalls in einer Glocke drehbar gelagert. Die Induktionsheizspule befindet sich hier auf der Unterseite des Tellers, auf dessen Oberseite die Halbleiterscheiben aufliegen. Die Glocke ist von einem sägezahnartig abgestuften Reflektor im Abstand umgeben, der wiederum — wie im vorhergehenden Beispiel — die abgestrahlte Wärme zurück auf die Halbleiterscheiben wirft.

Bei einem dritten Typ eines bekannten Epitaxie-Reaktors (a.a.O. Seite 162) sind die Halbleiterscheiben wie im ersten Beispiel senkrecht gelagert. Sie sind hier aber im Gegensatz zum ersten Beispiel mit ihren Oberflächen parallel zur Radialrichtung und nicht parallel zur Mantelfläche des Suszeptors angeordnet. Im übrigen ist bei diesem dritten Typ von bekannten Epitaxie-Reaktoren die den Suszeptor aufnehmende Glocke von einer Widerstandsheizung im wesentlichen auf ihrer Mantelfläche umgeben.

Schließlich ist ein Epitaxie-Reaktor bekannt (vgl. DE-OS 35 25 870), bei dem ähnlich wie bei dem eingangs beschriebenen Typ Halbleiterscheiben auf der äußeren Mantelfläche eines einen mehreckförmigen Querschnitt aufweisenden Suszeptors gelagert sind. Um die Glocke sind mehrere Schirme angeordnet, welche abgestrahlte Strahlung zurück auf die Halbleiterscheiben reflektie-

ren.

Allen diesen bekannten Epitaxie-Reaktoren ist gemeinsam, daß gesonderte Vorkehrungen mit Beschichtungen der Glocke oder zusätzlichen Reflektoren und Schirmen getroffen werden müssen, damit eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung für die einzelnen Scheiben bei geringem Wärmeverlust sichergestellt werden kann.

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Vorrichtung und das Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß mit möglichst wenig Aufwand und insbesondere ohne derartige zusätzliche Maßnahmen, wie Reflektoren, Infrarotlampen, Infrarotstrahler usw. eine Aufheizung der Halbleiterscheiben ohne Erzeugung von mechanischen und thermischen Spannungen in diesen möglich wird.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10 erfindungsgemäß durch die in den jeweiligen kennzeichnenden Teilen enthaltenen Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden also in vollkommener Abkehr vom bisherigen Stand der Technik die Halbleiterscheiben auf der inneren Mantelfläche des Suszeptors und nicht auf dessen äußerer Mantelfläche gelagert, so daß sie sich gegenseitig spiegeln. Bei beispielsweise einem sechseckförmigen Querschnitt des Suszeptors können dann die Halbleiterscheiben auf einfache Weise so angebracht werden, daß die freie Oberfläche einer Halbleiterscheibe jeweils der freien Oberfläche einer anderen Halbleiterscheibe gegenüberliegt.

Damit wird im wesentlichen die gesamte, von einer Halbleiterscheibe abgestrahlte Wärmestrahlung auf die jeweils gegenüberliegende Halbleiterscheibe geworfen, so daß die Halbleiterscheiben alle äußerst gleichmäßig und ohne wesentliche Wärmeverluste aufgeheizt werden können. Es sind keine zusätzlichen Reflektoren oder die Gleichmäßigkeit der Gasströmung beeinträchtigende Halterungen erforderlich. Das Gas strömt äußerst gleichmäßig durch den Innenraum des Suszeptors, auf dessen Innenfläche die Halbleiterscheiben gelagert sind. Diese können mittels eines Roboters angebracht werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Patentansprüchen 2 bis 9 und 11.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und

Fig. 2 eine verkleinerte Draufsicht auf die Vorrichtung von Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Epitaxie-Reaktor mit einem Suszeptor 1 aus Graphit, der beidseitig mit einem dünnen Siliziumcarbidfilm beschichtet ist, um so sicherzustellen, daß kein störendes Fremdmaterial vom Suszeptor 1 absorbiert und später wieder abgegeben wird (Degasierungseffekt). Auf der inneren Mantelfläche des Suszeptors 1 sind Halbleiterscheiben 2 aus Silizium angebracht. Diese Halbleiterscheiben 2 können beispielsweise durch einen Roboter in den Suszeptor 1 eingebracht werden.

Am oberen Ende des Suszeptors 1 befindet sich eine als Gaseinlaß dienende Ringdüse 3 in der Form eines kreisförmigen Rohres, an dessen Unterseite in regelmäßigen Abständen Düsen bildende, kleine Löcher angebracht sind. Aus dieser Ringdüse 3 strömt das Prozeßgas, also Wasserstoff, Siliziumtetrachlorid, Dichlorsilan

und Dotiergas in das Innere des Suszeptors 1 über die an dessen inneren Mantelfläche angebrachten Halbleiterscheiben 2.

Außerdem ist an der Oberseite des Suszeptors 1 eine ähnlich wie die Ringdüse 3 gestaltete Ringdüse 4 für das Spülgas, nämlich Stickstoff oder Wasserstoff vorgesehen. Dieses Spülgas strömt zwischen der Außenfläche des Suszeptors 1 und der inneren Mantelfläche eines Behälters in der Form eines Quarzzylinders 5, welcher den Suszeptor 1 im Abstand umgibt. Die Ringdüsen 3, 4 bilden eine Gaseinlaßeinrichtung zum Zuführen von Gas in den Behälter. An der Unterseite des Suszeptors sind Gasauslaßöffnungen 6 vorgesehen, über die das Prozeßgas aus dem Suszeptor 1 in den Raum zwischen der Außenfläche des Suszeptors 1 und der inneren Mantelfläche des Quarzzylinders 5 eintritt. Dort vermischt sich das Prozeßgas mit dem in dem Raum zwischen der äußeren Mantelfläche des Suszeptors 1 und der inneren Mantelfläche des Quarzzylinders 5 strömenden Spülgas, um zusammen mit diesem den Reaktor über als Gasauslaß dienende Quarzrohre 7 zu verlassen, die evtl. auch an eine Unterdruckpumpe angeschlossen sind.

Der Suszeptor 1 ist über eine Quarzplatte 8 drehbar gelagert und wird durch einen Motor 9 über ein Zahngetriebe 10 in Drehung versetzt.

Die Oberseite und die Unterseite des Quarzzylinders 5 ist jeweils durch eine Edelstahlplatte 11 bzw. 12 abgeschlossen. In der Edelstahlplatte 11 befindet sich ein Kühlkanal 13, in welchem ein Kühlmittel fließt, um eine Dichtung 14 zwischen dem unteren Flansch des Quarzzylinders 5 und der unteren Edelstahlplatte 11 zu kühlen.

In ähnlicher Weise weist die obere Edelstahlplatte 12 einen Kühlkanal 15 auf, der Dichtungen 16 zwischen der oberen Edelstahlplatte 12 und einer Quarzabdeckung 18 bzw. zwischen der oberen Edelstahlplatte 12 und dem oberen Flansch des Quarzzylinders 5 kühlt.

Die äußere Mantelfläche des Quarzzylinders 5 ist von einer Induktionsheizspule in der Form einer Hochfrequenzspule 19 umgeben, welche an einer Halterung 20 befestigt ist.

Bei Niederdruckepitaxie-Prozessen wird durch eine Niederdruckpumpe im Innenraum des Quarzzylinders 5 und damit auch im Innenraum des Suszeptors 1 ein Niederdruck in der Größenordnung von 23 300 Pa (175 Torr) bis 26 600 Pa (200 Torr) aufrechterhalten. Die Hochfrequenzspule 19 heizt den aus Graphit bestehenden und beidseitig mit Siliziumfilmen beschichteten Suszeptor 1 auf. Prozeßgas wird über die Ringdüse 3 in den Innenraum des Suszeptors 1 eingegeben, an dessen innerer Mantelfläche die Halbleiterscheiben 2 durch einen Roboter eingebracht wurden.

Gleichzeitig wird Spülgas über die Ringdüse 4 in den Innenraum des Quarzzylinders 5 eingebracht.

Selbstverständlich werden diese Schritte erst vorgenommen, nachdem die Halbleiterscheiben 2 auf eine für die Epitaxie ausreichende Temperatur durch die Hochfrequenzspule 19 aufgeheizt wurden. Während der Epitaxie wird der Suszeptor 1 durch den Motor 9 über das Zahngetriebe 10 in Drehung versetzt, so daß alle Halbleiterscheiben 2 äußerst gleichmäßig der Induktionsheizung durch die Hochfrequenzspule 19 ausgesetzt sind.

Der Suszeptor 1 hat einen rechteckförmigen Querschnitt, so daß die einzelnen Halbleiterscheiben 2 jeweils einer anderen Halbleiterscheibe gegenüberliegen. Dadurch ist sichergestellt, daß die von einer Halbleiterscheibe abgestrahlte Wärme im wesentlichen auf die gegenüberliegende Halbleiterscheibe auftrifft. Hierdurch wird erreicht, daß die einzelnen Halbleiterschei-

ben 2 möglichst gleichmäßig aufgeheizt werden und keine besonderen, zusätzlichen Reflektoren erforderlich sind. Durch die Anordnung der Halbleiterscheiben 2 im Innenraum des Suszeptors 1 ist außerdem sichergestellt, daß die Teile des Reaktors, die dem Prozeßgas ausgesetzt sind, nur durch Flächen gebildet werden, auf denen sich auch Halbleiterscheiben befinden. Mit anderen Worten, es gibt keine wärmeren Teile des Reaktors, an denen das Prozeßgas vorbeiströmt, so daß keine zusätzlichen Maßnahmen für die Kühlung beispielsweise der Innenwand des Quarzzylinders 5 erforderlich sind.

Anstelle eines Suszeptors mit einem sechseckförmigen Querschnitt kann selbstverständlich auch ein Suszeptor verwendet werden, der eine geradzählige Vielzahl von Ecken besitzt. Von Bedeutung ist lediglich, daß jeweils eine Halbleiterscheibe einer anderen Halbleiterscheibe gegenüberliegt, wobei die Oberflächen dieser Halbleiterscheiben möglichst parallel zueinander verlaufen.

Zur besseren Halterung der einzelnen Halbleiterscheiben 2 sind die Wände des Suszeptors 1 geringfügig von oben nach unten geneigt, wobei der Suszeptor 1 oben eine größere Querschnittsfläche als unten besitzt. Dadurch wird aber die Parallelität der Oberflächen gegenüberliegender Halbleiterscheiben 2 praktisch nicht beeinflusst.

Die Erfindung schafft so einen Epitaxie-Reaktor der sich durch zahlreiche Vorteile auszeichnet:

(a) Es brauchen keine gesonderten Maßnahmen getroffen zu werden, um durch Reflexion von Wärmestrahlung für eine möglichst gleichmäßige Aufheizung der Halbleiterscheiben und damit für ein spannungsfreies Aufwachsen epitaktischer Schichten zu sorgen, da diese Reflexion von den gegenüberliegenden Flächen der Halbleiterscheiben erfüllt wird.

(b) Durch die Anbringung der Halbleiterscheiben 2 im Innenraum des Suszeptors 1 wird gewährleistet, daß keine wärmeren Teile als die Halbleiterscheiben 2 dem Prozeßgasstrom ausgesetzt sind. Dies bedeutet wiederum, daß keine zusätzlichen Kühlmaßnahmen getroffen werden müssen, um ein unerwünschtes Abscheiden von Halbleitermaterial auf noch wärmeren Teilen als den Halbleiterscheiben 2 zu verhindern.

(c) Der Epitaxie-Reaktor kann einfach mit Halbleiterscheiben bestückt werden, indem die Quarzabdeckung 18 abgenommen wird und die Halbleiterscheiben 2 beispielsweise durch einen Roboter in den Innenraum des Suszeptors 1 eingebracht werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum epitaktischen Abscheiden von insbesondere Halbleitermaterial auf Scheiben (2) aus der Gasphase, mit:

- einem Behälter (5), in dem auch ein Unterdruck erzeugbar ist,
- einem im Behälter (5) angeordneten Suszeptor (1) zur Halterung der Scheiben (2),
- einer Gaseinlaßeinrichtung (3, 4) zum Zuführen von Gas in den Behälter (5),
- einem Gasauslaß (7) und
- einer Induktionsheizspule (19) zum Erwärmen des Suszeptors (1) und der Scheiben (2) im Innenraum des Behälters (5),

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Scheiben (2) derart im Suszeptor (1) angeordnet sind, daß jeweils eine Scheibe mit ihrer freien Oberfläche zur freien Oberfläche einer gegenüberliegenden Scheibe im wesentlichen parallel ist, so daß die auf die eine Scheibe eingestrahlte und an dieser reflektierte Strahlung zur anderen Scheibe geworfen wird und umgekehrt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheiben auf der Innenwand des Suszeptors (1) angebracht sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Suszeptors (1) die Form eines regelmäßigen Vielecks mit n Ecken hat, wobei n vorzugsweise geradzahlig ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß $n=6$ gilt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Suszeptor (1) beidseitig mit Siliziumcarbid beschichtet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Suszeptor (1) im Behälter (5) drehbar gelagert ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Suszeptor (1) aus reinem Graphit mit Siliziumcarbid-Beschichtung besteht.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaseinlaßeinrichtung (3, 4) einen Gaseinlaß zum Zuführen von Spülgas in den Behälter (5) und einen Gaseinlaß (3) zum Zuführen von Prozeßgas in den Suszeptor (1) hat.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwände des Suszeptors (1) von oben nach unten geringfügig nach innen geneigt sind.

10. Verfahren zum epitaktischen Abscheiden von insbesondere Halbleitermaterial auf Siliziumscheiben (2) aus der Gasphase, bei dem:

- in einem Behälter (5) atmosphärischer Druck herrscht, aber auch Unterdruck erzeugt werden kann,
- Scheiben in einem im Behälter (5) angeordneten Suszeptor (1) gehalten werden,
- über eine Gaseinlaßeinrichtung (3, 4) Gas in den Behälter (5) eingeführt wird und
- die Scheiben im Innenraum des Suszeptors (1) mittels einer Induktionsheizspule (19) erwärmt werden, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Scheiben (2) derart im Suszeptor (1) angeordnet werden, daß jeweils eine Scheibe mit ihrer freien Oberfläche zur freien Oberfläche einer gegenüberliegenden Scheibe im wesentlichen parallel ist, so daß die auf die eine Scheibe eingestrahlte und an dieser reflektierte Strahlung zur anderen Scheibe geworfen wird und umgekehrt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Behälter (5) sowohl atmosphärischer Druck wie auch ein Unterdruck von 23 300–26 600 Pa aufrechterhalten wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen.

- Leerseite -

EPITAXIAL

- 1 - Graphite + Sic
- 5 - Quarz
- 2 - Silicon Substrate
- 3 - Gas
- 19 - Coil
- 7 - Exhaust
- 9 - Motor
- 10 - Glan

